



⑪ 1.562.416

## BREVET D'INVENTION

- ②① N° du procès verbal de dépôt ..... 147.066 - Paris.
- ②② Date de dépôt ..... 4 avril 1968, à 16 h 19 mn.  
Date de l'arrêté de délivrance ..... 24 février 1969.
- ④⑥ Date de publication de l'abrégé descriptif au  
*Bulletin Officiel de la Propriété Industrielle.* 4 avril 1969 (n° 14).
- ⑤① Classification internationale ..... F 16 h//B 23 b.
- ⑤④ Dispositif pour la transformation d'une force de couple en une force linéaire.
- ⑦② Invention :
- ⑦① Déposant : Société dite : THE DUMORE COMPANY. Constituée selon les lois de l'État de Wisconsin, USA, résidant aux États-Unis d'Amérique.
- Mandataire : Simonnot, Rinuy, Simonnot, Santarelli.
- ③① Priorité conventionnelle :
- ③② ③③ ③① Demandes de brevet déposées aux États-Unis d'Amérique le 5 avril 1967, n° 628.678, le 16 février 1968, n° 706.063 au nom de James Peter Steibel.

La présente invention concerne un dispositif pour la transformation d'une force de couple en une force linéaire ou d'un mouvement de rotation en un mouvement linéaire ayant une composante parallèle à l'axe autour duquel la force de couple est appliquée.

5 Les dispositifs tournants tels que les moteurs électriques constituent la source la plus répandue d'énergie qui soit utilisée aujourd'hui. La force qui peut être dérivée des arbres de ces dispositifs tournants est une force de couple. Dans beaucoup de cas, il peut être souhaitable de transformer une telle force de couple  
10 en une force linéaire et l'on a essayé jusqu'à présent de réaliser de nombreux appareils différents pour une telle transformation.

L'utilisation d'un plan incliné hélicoïdal, se présentant le plus couramment sous la forme d'un filet de vis est un type de base de machine pour la transformation d'une force de couple en une  
15 force linéaire. On a essayé de s'appuyer sur cette idée ancienne de base pour prévoir une forme de dispositif hélicoïdal entre un arbre de commande tournant et une pièce linéairement mobile pour obtenir la production d'un mouvement ou d'une force suivant la direction axiale de l'arbre. De tels essais font l'objet des brevets  
20 des Etats-Unis d'Amérique N° 2.152.518 ; 2.234.274 ; 2.619.346 ; 2.912.868 ; 2.940.322 ; 3.046.801 ; 3.081.639 et 3.178.949. De tels essais antérieurs ont eu un succès limité, si toutefois ils en ont eu, et des découvertes récentes ont eu recours à des constructions complexes sans qu'il y eut une augmentation correspon-  
25 dante des avantages ou de l'utilité escomptés. Dans un certain nombre de cas, dans la technique ancienne, on cherche à atteindre des résultats souhaitables en faisant usage de rouleaux de grand diamètre qui embrassent et entourent un arbre tournant de diamètre plus petit en des points espacés suivant la direction axiale de l'arbre  
30 ou en faisant usage de rouleaux de diamètre plus petit attaquant la paroi intérieure d'un arbre creux le long d'une partie de cet arbre, s'étendant axialement.

Par conséquent, l'un des buts de l'invention est de fournir un dispositif nouveau et perfectionné pour transformer une  
35 force de couple en une force linéaire et inversement, ce dispositif comprenant de multiples moyens nouveaux pour la commande, moyens qui, du fait qu'on peut se les procurer facilement fournissent une grande souplesse en permettant d'obtenir du dispositif des puissances variables.

40 L'invention a encore pour objet :

- fournir, dans un dispositif perfectionné pour transformer une force de couple en une force linéaire et inversement un premier moyen de commande pour faire varier au choix, simultanément, simplement et d'une manière précise l'angle de pas entre

les rouleaux et l'arbre, et un second moyen de commande pour commander individuellement, sélectivement la force de portée entre chaque rouleau et l'arbre;

5 - fournir un ensemble de portée à axes multiples, destiné à être utilisé dans le dispositif réglable de transformation de force et de mouvement qui se prête à une utilisation avec les moyens de commande du pas et de commande de la force de portée, suivant l'invention.

10 - fournir un dispositif de transmission du mouvement qui soit capable de produire une valeur importante de poussée linéaire avec avancement variable tout en économisant des frais et de la place et qui puisse être adapté aisément à un montage en tandem (multipliant ainsi la poussée qui peut être fournie) sans commandes complexes.

15 D'autres caractéristiques et avantages ressortiront de la description qui va suivre, faite en présence des dessins annexés et donnant à titre explicatif mais nullement limitatif plusieurs formes de réalisation conformes à l'invention.

Sur ces dessins,

20 La figure 1 est une vue en perspective, avec coupe partielle, du dispositif de transmission de mouvement suivant l'invention;

La figure 2 est une vue en perspective, éclatée, qui montre un sous-ensemble de la figure 1 ;

25 La figure 3 est une vue en coupe suivant la ligne 3-3 de la figure 1 ;

La figure 4 est une vue en coupe suivant la ligne 4-4 de la figure 1;

La figure 5 est une vue en coupe d'une autre réalisation de l'axe représenté sur la figure 2;

30 Les figures 6a, 6b et 6c illustrent les principes physiques qui régissent le mouvement du dispositif suivant la présente invention ;

La figure 7 est une vue schématique, en partie éclatée, qui montre l'utilisation de dispositifs suivant la présente invention, montés en tandem, dans une perceuse semi-automatique ou automatique ;

La figure 8 est une vue schématique qui montre l'utilisation du dispositif suivant l'invention dans une machine à laver automatique de blanchisserie ;

40 La figure 9 est une vue schématique qui montre l'application du dispositif suivant l'invention à une perceuse semi-automatique ;

La figure 10 est une vue schématique d'une machine à poncer ou à meuler une surface, utilisant la présente invention.

La figure 11 est une vue schématique d'un ouvre-porte de garage, utilisant la présente invention ;

La figure 12 est une vue schématique d'un ouvre porte pivotante utilisant la présente invention.

5 Sur la figure 1, on a représenté un arbre central ou tube central 10, sur lequel est monté un châssis ou enveloppe 11. Sur l'enveloppe 11, il y a quatre puits ou parties 12 constituant des manchons (dont deux seulement ont été représentées), qui font partie intégrante de l'enveloppe. Les puits 12 sont des alésages qui  
10 s'étendent radialement à partir de l'arbre, les axes de ces alésages étant perpendiculaires à l'axe de l'arbre. A l'intérieur de chacun des puits 12, est monté un ensemble de portée qui, dans la présente réalisation, est un ensemble de roulement à billes. Les éléments de l'ensemble de roulement à billes sont représentés plus claire-  
15 ment sur la figure 2 qui montre aussi des éléments supplémentaires d'illustration qui sont utiles, quand ils sont assemblés, pour commander la pression du roulement sur l'arbre. Sur la figure 2, on a représenté une enveloppe ou support 13 de roulement à billes, un axe 14, un ensemble 15 de roulement à billes, une plaque de  
20 portée 16, un roulement 17, une rondelle 18 de roulement, une rondelle élastique 19 et un bouchon fileté 20. L'ensemble 15 de roulement à billes a un élément de portée 21 réduisant le frottement, pour monter l'ensemble de roulement à billes sur l'axe 14. L'enveloppe 13 de roulement à billes a une ouverture 22 qui est desti-  
25 née à recevoir l'ensemble de roulement à billes et des trous 23 et 25 qui sont destinés à recevoir l'axe 14.

Quand l'ensemble de roulement à billes doit être placé dans un puits ou manchon 12, on commence par introduire le support 13 de roulement à billes dans le manchon 12, puis on fait tomber  
30 l'ensemble 15 de roulement à billes dans l'ouverture 22 de l'enveloppe et l'on introduit enfin un axe 14 dans une ouverture ménagée dans l'enveloppe 11, puis à travers le trou 23 et un alésage ménagé dans l'élément de roulement 21 et jusqu'au trou correspondant 25 de la paroi opposée de l'ouverture 22. La surface cylindrique  
35 intérieure du manchon 12 fournit une surface de portée pour l'enveloppe 13 du roulement à billes de sorte que cette dernière peut tourner dans le manchon. Le siège de l'axe 14 à l'intérieur de l'enveloppe 13 du roulement à billes est représenté plus clairement sur la figure 4 que l'on décrira plus loin. Après que l'axe 14 a été  
40 introduit, on place la plaque de portée 16 sur le dessus de l'enveloppe 13 de roulement à billes, ainsi que le roulement 17, la rondelle 18 de roulement, la rondelle élastique 19 et le bouchon fileté 20, que l'on monte dans l'ordre représenté sur la figure 2. On visse le bouchon fileté dans le manchon 12. Le bouchon 20

a une fente 26 qui est destinée à recevoir une clé du type Allen au moyen de laquelle on peut élever ou abaisser le bouchon 20 à l'intérieur du puits 12. La face inférieure du bouchon est constituée par un bossage 27, représenté sur les figures 3 et 4 qui  
5 passe dans l'ouverture de la rondelle élastique pour maintenir cette dernière en position quand on élève ou abaisse le bouchon. On peut se rendre compte que si l'on règle la position verticale du bouchon 20, une force est transmise par l'intermédiaire des éléments de l'ensemble de roulement à billes au roulement 15. De cette ma-  
10 nière, on peut régler la pression de portée entre le roulement à billes 15 et l'arbre central 10 en réglant la position du bouchon 20 dans le puits 12. L'enveloppe 11 n'est pas en contact direct avec l'arbre central 10 et elle est en contact avec l'arbre seulement de manière indirecte par l'intermédiaire des roulements  
15 15.

Ainsi qu'on peut le voir sur la figure 2, l'axe 14 a une forme d'ensemble cylindrique et il présente une extrémité 26, sphérique ou en forme de bille, bien que la forme particulière de cette extrémité ne constitue pas un facteur caractéristique. La longueur de l'axe 14 est suffisante pour que la partie sphérique 28  
20 de l'axe, quand l'axe est introduit dans l'ensemble de roulement à billes, passe à travers la fente 24 de l'enveloppe 11, pour reposer dans une fente 29 sur une plaque de commande 30, ainsi que le montre la figure 1. Les trous 23 et 25 ménagés dans l'enveloppe  
25 de roulement à billes ont des dimensions qui permettent un emmanchement serré de l'axe 14. Quand l'ensemble de roulement à billes est monté, cet ensemble se déplace avec l'axe 14 comme s'il en était solidaire. La fente 24, ainsi qu'on peut le voir sur la figure 1, a une forme qui permet un mouvement latéral de la partie  
30 sphérique 28 de l'axe 14. Par conséquent l'axe géométrique de l'axe 14 peut être rendu parallèle à l'axe géométrique de l'arbre central 10 ou peut être amené à faire un certain angle avec ce dernier. La mise en position de l'axe 14 commande l'étendue et la direction du mouvement linéaire de l'arbre vis-à-vis du châssis ou enveloppe,  
35 ainsi que cela est indiqué plus clairement sur les figures 6a, 6b et 6c.

Sur la figure 6b, l'arbre central 10 est commandé par un moteur ou par un autre moyen (non représenté) qui lui communique un mouvement de rotation. Les roulements à billes 15 sont repré-  
40 sentés dans des positions respectives dans lesquelles les axes géométriques de leurs axes 14 sont parallèles à l'axe géométrique de l'arbre 10. Dans cette disposition les bagues extérieures des roulements 15 sont en contact avec l'arbre 10 et tournent autour de cet arbre sans communiquer de mouvement axial au châssis ou en-

veloppe par rapport à l'arbre 10. Le système tourne fou. Sur la figure 6a, chacun des axes géométriques des axes 40 des roulements 15 forme un petit angle avec l'axe géométrique de l'arbre 10, afin que les roulements décrivent un trajet hélicoïdal sur la surface 5 de l'arbre 10 quand on fait tourner cet arbre. Quand on fait tourner cet arbre dans le sens indiqué sur la figure 6a, et que le châssis est maintenu sans mouvement de rotation, ce châssis en contact par l'intermédiaire des ensembles de roulements, se déplace sur l'arbre de la gauche vers la droite. Sur la figure 6c, les axes 10 géométriques des axes 14 des roulements 15 sont inclinés dans des directions opposées à celles de leurs inclinaisons respectives sur la figure 6a. Si l'on fait tourner l'arbre central dans le sens indiqué sur la figure 6c, le châssis étant maintenu sans mouvement de rotation, ce châssis étant maintenu en contact avec l'arbre 15 par l'intermédiaire des ensembles de roulement, se déplace sur l'arbre de la droite vers la gauche.

Il est possible de procéder à de nombreuses applications soit à fonctionnement intérieur, soit à fonctionnement extérieur du dispositif selon l'invention sans modification importante du 20 matériel. Par exemple on voit que le dispositif peut être employé utilement.

a) en maintenant le châssis sans mouvement axial et sans mouvement de rotation, en communiquant un angle de pas désiré aux différents roulements en contact de pression avec l'arbre et 25 en faisant tourner l'arbre soit dans le sens des aiguilles d'une montre, soit dans le sens inverse, par rapport au châssis, ce qui a pour résultat un mouvement axial de l'arbre ;

b) en maintenant l'arbre sans mouvement axial et sans mouvement de rotation en communiquant un angle de pas désiré aux 30 différents roulements en contact de pression avec l'arbre et en faisant tourner le châssis soit dans le sens des aiguilles d'une montre, soit dans le sens inverse par rapport à l'arbre, ce qui a pour résultat un mouvement axial du châssis ;

c) en maintenant l'arbre sans mouvement axial en communiquant un angle de pas désiré aux différents roulements en contact de pression avec l'arbre et en déplaçant axialement le châssis tandis que ce dernier est maintenu sans mouvement de rotation, ce qui a pour résultat un mouvement de rotation de l'arbre ;

d) en maintenant le châssis sans mouvement axial, en 40 communiquant un angle de pas désiré aux différents roulements en

contact de pression avec l'arbre et en déplaçant axialement l'arbre tandis que ce dernier est maintenu sans mouvement de rotation, ce qui a pour résultat un mouvement de rotation du châssis.

Sur la figure 1, l'enveloppe 11 est représentée comme ayant un moyeu 31. Sur le moyeu 31, il est prévu, en contact de glissement une plaque de commande 30 ayant des fentes 29. Ainsi qu'on l'a indiqué ci-dessus, les extrémités sphériques 28 des axes 14 reposent dans les fentes 29. On voit que la forme précise des parties sphériques 28 ne présente aucun caractère critique et que le contact entre les axes 14 de pivotement et la plaque de commande 30 peut être obtenu de différentes manières conformément aux principes de la présente invention. Les fentes ou mortaises 29 sont construites pour fournir un ajustage relativement serré pour les parties sphériques 28, de telle sorte que les axes 14 ne sont pas capables de se déplacer latéralement quand la plaque de commande 30 est maintenue immobile. Il est clair par conséquent que si l'on fait tourner légèrement la plaque de commande 30 dans un sens ou dans l'autre, à partir de sa position neutre, les axes géométriques des axes 14 se trouvent déplacés ou dirigés vers une position non parallèle à l'axe de l'arbre 10. De cette manière, grâce à l'utilisation d'ensembles de roulement à billes fonctionnant par pivotement à l'intérieur des manchons 12 du châssis 11, le mouvement de la plaque de commande 30 commande la direction et la vitesse du mouvement linéaire de l'arbre 10 par rapport au châssis 11 quand un mouvement est communiqué soit au châssis, soit à l'arbre, à partir d'une source extérieure. On a représenté sur les figures 7 et suivantes, différents moyens de mettre en position la plaque de commande 16. Il y a lieu de remarquer que les fentes 29 sur la plaque de commande 30 doivent être placées de manière à synchroniser le pivotement des ensembles de roulement à billes d'une manière telle que chaque roulement 15 coopère avec chaque autre roulement pour produire une poussée linéaire de valeur maximale et pour réduire au minimum la vibration et l'usure des parties constituantes.

Sur la figure 3, on a représenté une coupe du dispositif de la figure 1, faite suivant le plan 3-3 de la figure 1. Sur cette figure, l'arbre central 10 est représenté comme étant entouré par quatre roulements à billes 15 bien qu'il soit clair que l'on peut se servir de plus ou de moins de quatre roulements. On a trouvé toutefois que l'utilisation de quatre roulements à billes rend optimaux les avantages de l'invention et qu'un montage en tandem de quatre roulements à billes est préférable à une augmentation du nombre des roulements à billes qui diminue manifestement la zone de contact avec l'arbre résultant de l'utilisation de roulements à billes de diamètre plus petit. Les bagues extérieures des roulements

à billes sont les seuls éléments en contact direct avec l'arbre 10 et toute la structure restante est supportée sur l'arbre par l'intermédiaire des roulements à billes. Si l'on considère sur la figure 3 l'un des roulements à billes et les éléments qui lui sont associés, on constate que dans le manchon 12 est placée une cage 13 montée avec ajustage serré, cet ajustage n'étant pas suffisant toutefois pour empêcher une action de glissement entre le manchon 12 et la cage 13. La cage 13 est représentée comme ayant une partie de fond 32 biseautée, ainsi qu'on peut le voir aussi sur la figure 10 2, pour que soit fourni un jeu 33 entre des cages 13 voisines.

Le jeu 33 sépare les enveloppes voisines de roulement à billes, mais les parties de fond biseautées 32 coopèrent pour empêcher les roulements à billes 15 et leurs enveloppes 13 de tomber dans le centre de l'enveloppe d'ensemble 11 quand on enlève l'arbre. 15 Le bouchon 20 est vissé dans la partie supérieure taraudée du manchon 12 et il presse l'ensemble vers le bas pour obliger le roulement à billes à être en contact de friction avec l'arbre 10. Par l'intermédiaire du bossage 27, le bouchon 20 maintient la rondelle élastique 19 en position et il exerce une force sur cette dernière. 20 A son tour, la rondelle élastique 19 agit sur une rondelle 18 de distribution de la force qui repose sur le roulement 17. Le roulement 17 exerce sa pression sur la plaque de portée 16 qui transmet la force à la partie supérieure de l'enveloppe 13 de roulement à billes. La surface extérieure du roulement à billes et la surface 25 de l'arbre ou tube 10 ont été de préférence soumises à un traitement thermique destiné à fournir des surfaces d'usure en acier cémenté afin que soient réduites au minimum l'usure et les détériorations de ces surfaces et que soit par conséquent augmentée leur longévité. On a trouvé qu'il est possible de rendre optimales les 30 caractéristiques de grande sûreté du dispositif en faisant usage de différents types d'huiles qui possèdent des propriétés inhabituelles. L'emploi de ces huiles produit manifestement une augmentation de friction aux points de haute pression. Par conséquent, aux points de contact entre les roulements et l'arbre, la friction 35 est manifestement augmentée en raison de l'emploi d'une huile spéciale;

La figure 4 représente une autre vue en coupe du dispositif de la figure 1, la coupe étant faite suivant la ligne 4-4. Sur cette figure 4, l'axe 14 est représenté plus clairement en position 40 à l'intérieur de l'ensemble. L'axe 14 est maintenu en place d'une manière relativement serrée par l'enveloppe 13 de roulement. Pour faciliter l'enlèvement de l'axe 14 lors d'un démontage, il a été prévu dans l'enveloppe 13 de roulement à billes un trou 34 pour l'introduction d'un instrument destiné à chasser l'axe, par chocs,



à travers les fentes 24 et 29. Il y a lieu de remarquer que les deux fentes 24 et 29 ont un jeu vertical suffisant pour permettre le mouvement de l'axe 14 en raison de l'action de la plaque de commande 30 ou de la rondelle élastique 19 sur l'axe.

5 La figure 5 montre une section droite d'une variante d'axe 14. L'axe représenté sur la figure 5 a une partie centrale creuse et il présente une fente longitudinale ouverte sur sa surface, sensiblement suivant toute la longueur du corps de l'axe. Cette réalisation de l'axe 14 permet un usinage moins précis de l'axe  
10 et permet néanmoins d'obtenir encore l'ajustage serré désiré qui a été décrit ci-dessus.

La figure 7 montre schématiquement une application du dispositif suivant l'invention à un mécanisme de perçage automatique. Sur cette figure, on a représenté une base 35 sur laquelle  
15 le sont montées deux parois latérales 36 essentiellement parallèles qui supportent une paroi supérieure 37. Un arbre 10 est monté dans les parois verticales 36 d'une manière lui permettant de tourner. Il est prévu, pour faire tourner l'arbre 10, un moteur 38 et une poulie 39. Sur l'arbre 10 sont montés en tandem deux ensembles  
20 du dispositif représenté sur la figure 1. Ainsi qu'il apparaît clairement d'après la description qui a été faite, on peut se servir de plus d'un ensemble du dispositif suivant l'invention pour produire la valeur désirée de poussée linéaire. Quand on se sert de deux ou de plusieurs ensembles, comme le montre la figure 7,  
25 il faut que ces ensembles soient synchronisés en ce sens que la plaque de commande de chaque ensemble doit être rigidement fixée à toutes les autres plaques de commande de sorte que ces plaques se déplacent à l'unisson et de la même manière. On obtient ce résultat dans le cas de la réalisation suivant la figure 7 au moyen  
30 d'une barre rigide 40 fixée d'une manière sûre aux deux plaques de commande des deux ensembles. Il peut être nécessaire qu'il y ait plus d'une telle barre de structure pour maintenir les plaques de commande en synchronisme; cela dépend de la situation particulière qui se présente. Il est prévu en outre, fixé rigidement  
35 à la barre 40, un arbre 41 qui sert d'axe pour un galet 42. Un gabarit 43 est monté sur la base 35, sur les parois verticales 36 et sur la paroi supérieure 37. Sur la figure 7, on a représenté le gabarit 43 éloigné de la base et des parois pour que la représentation soit plus claire. Le galet 42 roule sur une partie  
40 découpée 44 du calibre 43. Quand le moteur 38 et la poulie 39 font tourner l'arbre 10 et quand les plaques de commande des deux dispositifs se trouvent au début dans une position non neutre, les roulements, à l'intérieur des dispositifs se déplacent sur l'arbre 10 suivant un trajet hélicoïdal soit vers la gauche, soit vers

la droite ; cela dépend de la mise en position initiale des plaques de commandé, ainsi qu'on l'a expliqué ci-dessus au sujet des figures 6a, 6b et 6c. Quand un mouvement linéaire par rapport à l'arbre 10 est ainsi produit, le galet 42 se déplace le long des bords de la partie découpée 44. Il y a lieu de remarquer que la partie découpée 44 détermine une commande par came mouvement-temps pour le galet 42. Les variations de ce type de commande de came sont bien connues de ceux qui sont versés dans la technique. Le galet 42 peut être solidement maintenu contre la périphérie de la partie découpée 44 à l'aide de dispositifs bien connus (non représentés) pneumatiques, électro-mécaniques ou autres qui empêchent le galet de chercher une position neutre pendant le fonctionnement. La rotation des deux plaques de commande a par conséquent pour effet que les roulements à billes se remettent en position conformément au trajet prédéterminé imposé par la forme de la partie découpée 44 dans le gabarit 43 de came. Sur les deux ensembles du dispositif suivant l'invention, et faisant partie intégrante de ces derniers, est montée une enveloppe 45. A l'enveloppe 45, est fixé un manchon cylindrique ou élément de portée 46 destiné à maintenir un arbre ou une broche 47 d'un forêt 48. Par suite du mouvement linéaire des deux ensembles du dispositif de transmission de mouvement suivant l'invention, le forêt 48 se déplace suivant une direction parallèle. Le forêt peut être mû indépendamment de toute manière classique. Par exemple, il peut être actionné par de l'air comprimé ou bien commandé directement par l'intermédiaire d'une liaison par courroie trapézoïdale avec le moteur 38. Il est clair que le dispositif décrit et représenté sur la figure 7 peut être utilisé pour effectuer automatiquement un perçage ou un autre travail sur un grand nombre d'articles de production dans une chaîne d'assemblage dans laquelle un ou plusieurs trous doivent être percés d'une manière répétée dans le produit.

Un mécanisme de perçage automatique semblable à celui qui est représenté sur la figure 7 a été fabriqué et a fonctionné pour plus d'un million de cycles de perçage à raison d'environ 50 cycles de perçage par minute. On a trouvé que le mécanisme de perçage fonctionnait d'une manière entièrement satisfaisante et essentiellement de la manière précédemment décrite. Bien que l'on fit usage de deux ensembles du dispositif suivant l'invention dans ce mécanisme de perçage, il est bien évident que le nombre d'ensembles est régi par des exigences de place et de poussée et qu'on peut le faire varier facilement.

La figure 8 montre une vue schématique, en coupe partielle, d'une machine à laver. Il est bien connu qu'il est parfois désirable que se produise à l'intérieur de la cuve de lavage,

une action de chute ou un mouvement vertical de va-et-vient. On peut obtenir facilement un tel mouvement vertical en se servant d'une forme de dispositif suivant la présente invention. Sur la figure 8, le repère 49 désigne une cuve de lavage ou une partie d'une cuve de lavage dans laquelle les vêtements salis sont lavés et le repère 50 désigne l'enveloppe inférieure de la machine à laver, enveloppe dans laquelle sont placés les mécanismes nécessaires pour son fonctionnement. A l'intérieur de la cuve de lavage 49, il y a un élément agitateur 51 qui est monté sur un arbre 52, s'étendant vers le haut, par l'intermédiaire d'un accouplement unidirectionnel 54 qui permet à l'arbre à la fois de tourner et d'avoir un mouvement vertical. L'embrayage est du type qui empêche tout mouvement de rotation d'un manchon 55 dans un sens mais qui permet son mouvement de rotation dans un sens opposé. La cuve de lavage 49 est montée sur une bride 53 du manchon 55. L'arbre agitateur 52 est monté de manière à pouvoir glisser et tourner à travers le manchon 55. L'accouplement unidirectionnel 54 guide l'arbre 10 en contact de commande avec le manchon 55 et par suite avec la cuve de lavage 59. Une console de support 56 est montée sur la face intérieure du dessus de l'enveloppe 50 pour supporter et pour guider l'arbre 10 au moyen d'un palier 57 fixé à la surface inférieure de la console 56. Un ensemble 58 de dispositif suivant l'invention du type représenté sur la figure 1 est monté sur l'arbre 10, à l'intérieur de la console 56. La rotation de l'arbre 10 est produite par le moteur 59 dont le mouvement est transmis par l'intermédiaire de la courroie et de la poulie 60. Quand le moteur 59 tourne dans un sens, l'ensemble 58 produit une action d'agitation par l'intermédiaire de l'arbre 10 qui est en communication avec l'arbre agitateur 52. L'accouplement 54 unidirectionnel évite tout mouvement de rotation de l'arbre 10 ou de l'agitateur 51 pendant le cycle de lavage (sens de la flèche  $f_1$ ). L'ensemble 58 est maintenu immobile à l'intérieur de la console 56. La courroie et la poulie 60 de l'élément agitateur 51 se déplacent ensuite en direction verticale, ainsi que l'indique le tracé en traits interrompus de la figure 8, pendant le cycle de lavage. L'inversion du sens de rotation du moteur 59 a pour effet que l'ensemble 58 prend une position neutre et que par conséquent le séchage par tournolement à grande vitesse (dans le sens de la flèche  $f_2$ ) peut être exécuté sans action d'agitation. L'accouplement unidirectionnel 54 produit un engagement fonctionnel entre l'arbre 10 et le manchon 55 pendant le cycle de séchage à grande vitesse. Il y a lieu de <sup>faire</sup> remarquer que le déplacement vertical de l'arbre est seulement de l'ordre de grandeur de quelques centimètres et qu'il est par conséquent relativement petit en comparaison du diamètre de la machine à laver, de sorte que le transmission 60 par courroie et

poulie peut résister à la légère action de torsion produite par le mouvement vertical pendant le cycle de lavage.

La figure 9 montre l'utilisation d'une réalisation de l'invention dans une perceuse verticale semi-automatique. La perceuse verticale est représentée comme ayant un socle 61, une colonne de support verticale 62 dirigée vers le haut à partir de la base, une plate-forme ou table 63 supportant la pièce et fixée horizontalement à la colonne 62 en un point se trouvant au-dessus de la base. Une console 64 est montée au voisinage de la partie supérieure de la colonne 62 pour supporter les éléments du mécanisme de commande de la perceuse. Un moteur 65 est fixé à une extrémité de la console 64 pour mettre en mouvement la transmission 66 par poulies et courroie, qui fait tourner l'arbre 67 par l'intermédiaire d'une poulie 68. L'outil de perçage est fixé à l'extrémité inférieure de l'arbre 67 et le mouvement vertical de l'arbre est produit par un ensemble 69 de dispositif suivant l'invention, monté sur un support 70 fixé à la console 64. On a représenté une poignée 71 à l'extrémité d'un bras qui est relié à un levier 72 en forme d'U, destiné à diriger latéralement le rouleau de guidage 73 le long d'une mortaise 74. Le rouleau de guidage 73 correspond au point de vue de sa fonction au rouleau 42 de la figure 7. Par conséquent, au moyen de la poignée 71, on manoeuvre la perceuse verticale d'une manière semi-automatique.

Sur la figure 10, on a représenté une ponceuse ou meuleuse qui emploie une réalisation de la présente invention. La ponceuse de la figure 10 est constituée par un socle 75 qui supporte un bâti 76 sur lequel est monté un élément de ponçage 77. Cet élément peut être élevé ou abaissé, de manière réglable, le long d'une mortaise 78 à l'aide d'un moyen tournant 79 que l'on manoeuvre à la main. La rotation de l'élément de ponçage 77 est produite par un moteur, non représenté. Sur la base 75, est montée horizontalement et de manière à pouvoir glisser, une table 80 à laquelle est fixé, de manière à pouvoir tourner, un arbre 81. L'arbre 81 est relié à un moteur 82 qui le fait tourner. Deux ensembles 83 et 84 du dispositif suivant l'invention sont fixés rigidement l'un à l'autre et à la base 75. L'arbre 81 est introduit entre les deux ensembles 83 et 84 et il est en contact avec ces derniers. Quand on met en circuit le moteur 82 pour faire tourner l'arbre 81, l'arbre et la table 80 se déplacent dans un mouvement de va-et-vient en direction horizontale tandis que les deux ensembles 83 et 84 sont maintenus immobiles par rapport à la base 75. Le galet de guidage 85 sur les deux ensembles du dispositif suivant l'invention est commandé par des cames 86 et 87 qui sont fixées à la table 80 pour inverser le sens du déplacement de l'arbre et de la table. Ainsi qu'on l'a indiqué précédemment, le galet de came est solidement commandé d'une manière

connue par des dispositifs d'actionnement de came (pneumatiques, électro-magnétiques, ou autres) pour empêcher l'amortissement de l'action de came vers une position neutre. De cette manière, toute pièce à usiner serrée sur la table 80 peut être soumise à une action de ponçage répétée assurée par l'élément de ponçage 77.

La figure 11 montre un appareil d'ouverture de porte de garage utilisant une réalisation de la présente invention. Sur la figure 11, on a représenté un garage pour automobile, construit sur un sol 88 et ayant des parois verticales 89 (on a représenté une portion seulement de la paroi antérieure) et un plafond 90. Une porte 91 divisée est dans l'entrée 92 et elle est montée dans l'entrée 92 sur des chemins de roulement 93 par l'intermédiaire de consoles et de galets 94. L'extrémité supérieure de la porte est fixée à un câble sans fin 95 par l'intermédiaire d'une console et d'un élément de pivotement 96, de sorte que la porte se déplace le long des chemins de roulement 93 quand le câble est déplacé suivant une direction horizontale. Le câble 95 est supporté sur deux poulies 97 qui sont montées sur des consoles 98 et 99. Les deux consoles sont fixées au plafond du garage et elles supportent un arbre tournant 100. L'arbre 100 est monté, de manière à pouvoir tourner, sur les consoles et il est entraîné par un moteur 101. Deux ensembles 102 du dispositif suivant l'invention sont montés sur l'arbre 100 et attachés de manière fixe à un point du câble 98. Par conséquent, quand on fait tourner l'arbre 100, le dispositif 102 de transmission du mouvement se déplace horizontalement le long de l'arbre et tire le câble dans le même sens. De cette manière la porte divisée 91 est déplacée le long des chemins de roulement 93 conformément au mouvement du dispositif 102.

Enfin, la figure 12 montre un dispositif d'ouverture de porte pivotante utilisant une réalisation de la présente invention. Sur la figure 12, une porte 103 est montée de manière à pouvoir pivoter par rapport à une paroi 104 par l'intermédiaire de gonds 105. Une enveloppe 106 est fixée à la paroi et contient un moteur 107, une transmission 108 par poulies et courroies, un arbre 109 pouvant tourner et un ensemble de dispositif de transmission de mouvement suivant l'invention. L'arbre 109 est monté de manière à pouvoir tourner et glisser sur l'enveloppe mais l'ensemble 110 est empêché d'exécuter un mouvement linéaire par une console 111 qui est fixée à l'enveloppe. L'arbre 109 est fixé à la porte par un élément de portée 112 qui permet à l'arbre, à la fois, de tourner et de se déplacer latéralement. On peut se rendre compte que grâce à cette disposition, la porte 103 peut être ouverte et fermée par un oeil électrique et le montage électronique associé à ce dernier et commandant le moteur 107.

Il va de soi que la présente invention n'a été décrite ci-dessus qu'à titre explicatif mais nullement limitatif et que l'on pourra y apporter toutes variantes sans sortir de son cadre.

#### R E S U M E

5           A. Dispositif pour transformer une force de couple en une force linéaire dirigée parallèlement à l'axe de la force de couple, dispositif caractérisé par les points suivants, séparément ou en combinaisons.

10           1. Il comprend un arbre pouvant tourner auquel une force de couple est appliquée, un châssis entourant l'arbre, ce châssis comportant plusieurs roulements semblables, chacun de ces roulements ayant sa bague extérieure en contact périphérique avec la périphé-  
rie de l'arbre pour être entraînée dans un mouvement de rotation par rapport à l'arbre autour de son propre axe, mais étant mobile  
15 suivant la direction axiale de l'arbre ; des pivots pour faire pivoter chaque roulement autour d'un axe qui est perpendiculaire à la fois à l'axe du roulement et à l'axe de l'arbre, de sorte qu'une composante de force est transmise de l'arbre au roulement ce qui se manifeste par le développement d'une force, parallèle à l'axe de  
20 l'arbre, qui tend à effectuer un mouvement relatif entre l'arbre et le châssis suivant des directions axiales de l'arbre et des moyens de commande pour que s'effectuent sélectivement des pivotements essentiellement identiques de tous les roulements, simultanément.

25           2. Les moyens de pivotement comprennent un manchon dont l'axe est perpendiculaire à l'axe de l'arbre, un ensemble de roulement logeant un roulement qui est monté de manière à pouvoir glisser dans le manchon, et des moyens de connexion connectant le roulement avec le moyen de commande de sorte que la position de pivot de l'ensemble de roulement dans la douille peut être commandée par le moyen de  
30 commande.

35           3. Les moyens de pivotement pour faire pivoter chaque roulement comprennent un axe qui est associé concentriquement, au roulement et qui fait saillie axialement par rapport à l'arbre jusqu'à un point où il est attaqué par le moyen de commande.

40           4. Le châssis comprend plusieurs manchons qui sont disposées radialement par rapport à l'arbre, chaque manchon ayant une paroi cylindrique intérieure dont l'axe longitudinal est perpendiculaire à l'axe de l'arbre ; un porte-roulement pouvant tourillonner dans la paroi cylindrique du manchon et ayant un alésage dont l'axe  
est perpendiculaire à l'axe du manchon et une cavité en forme  
de mortaise, destinée à recevoir un roulement, pouvant glisser dans cette cavité ; un axe dans l'alésage, axe sur lequel est monté le roulement et qui sert à la fois à maintenir le porte-roulement  
espacé de l'arbre quand le roulement attaque l'arbre et à faire

office de levier pour faire pivoter le roulement, sélectivement, autour d'un axe perpendiculaire à l'arbre.

5. Le dispositif comprend un moyen à force sélectivement variable, qui est porté sur le manchon et qui attaque le porte-roulement.

6. Le châssis comprend plusieurs parties mobiles associées fonctionnellement aux roulements et ayant des portées disposées pour entrer en contact l'une avec l'autre quand l'arbre est retiré du châssis, de manière à maintenir les roulements dans ses positions qui permettent de faire entrer de nouveau et d'assembler de nouveau l'arbre dans le châssis et entre les roulements, et les roulements servant à espacer de l'arbre et l'une de l'autre les parties mobiles radialement lorsque les roulements sont fonctionnellement en contact avec l'arbre.

7. Le châssis est allongé suivant la direction axiale de l'arbre pour fournir une première extrémité de châssis et une seconde extrémité de châssis ayant respectivement une première partie et une seconde partie destinées à entrer en contact et à coopérer avec une seconde partie et une première partie de châssis similaires adjacents, de manière à fournir une multiplication du nombre des châssis sur un arbre pour multiplier la force linéaire pouvant être dérivée de la force de couple et des moyens réunissant entre elles les commandes de chaque châssis pour que ces commandes soient déplacées identiquement à l'unisson.

8. Il est prévu des moyens de guidage qui s'étendent parallèlement à l'arbre, qui sont espacés de ce dernier et qui coopèrent avec le châssis pour empêcher ce dernier de tourner par rapport à l'arbre mais qui autorisent le mouvement du châssis suivant la direction axiale de l'arbre.

9. Il est prévu un second moyen de commande qui attaque le premier moyen de commande pour le déplacer sélectivement par rapport au châssis, et des moyens de mise en place, associés fonctionnellement au second moyen de commande pour effectuer une mise en position déterminée du premier moyen de commande, cette mise en position dépendant de la position du châssis suivant la direction axiale de l'arbre.

10. Il est prévu un moyen de commande pour une force que l'on peut faire varier sélectivement, porté sur le manchon et attaquant l'ensemble de roulement.

B. Perceuse comprenant une broche de perçage à laquelle peut être communiqué un mouvement de va-et-vient, par un dispositif suivant A dans laquelle l'arbre est maintenu sans mouvement axial et un mouvement de rotation est communiqué à l'arbre, le châssis se déplaçant axialement par rapport à l'arbre selon un diagramme

programmé de sorte qu'un foret relié à la broche de perçage et au châssis peut exécuter une fonction de perçage.

C. Machine à laver à agitateur relié à un arbre vertical, cet arbre vertical et cet agitateur ayant une action verticale d'agitation par va-et-vient pendant le lavage et une action de tournoiement pendant le cycle de séchage de la machine à laver, comprenant un dispositif suivant A dans laquelle l'arbre vertical est relié fonctionnellement par l'intermédiaire d'un accouplement unidirectionnel à l'arbre tournant, un agitateur étant relié fonctionnellement à l'arbre vertical, de sorte que lorsqu'un mouvement de rotation dans le sens des aiguilles d'une montre est communiqué à l'arbre et que le châssis est maintenu sans mouvement, l'arbre vertical et l'agitateur se déplacent verticalement dans un mouvement de va-et-vient suivant un programme fixé et que lorsqu'un mouvement de rotation en sens inverse du sens des aiguilles d'une montre est communiqué à l'arbre et que le châssis est maintenu sans mouvement, l'arbre vertical et l'agitateur tournent à une vitesse élevée sans action d'agitation.

20

25

30

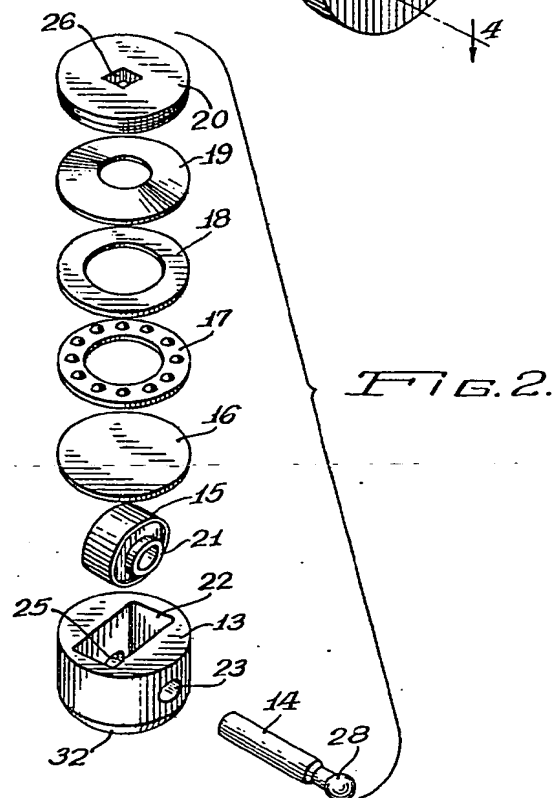
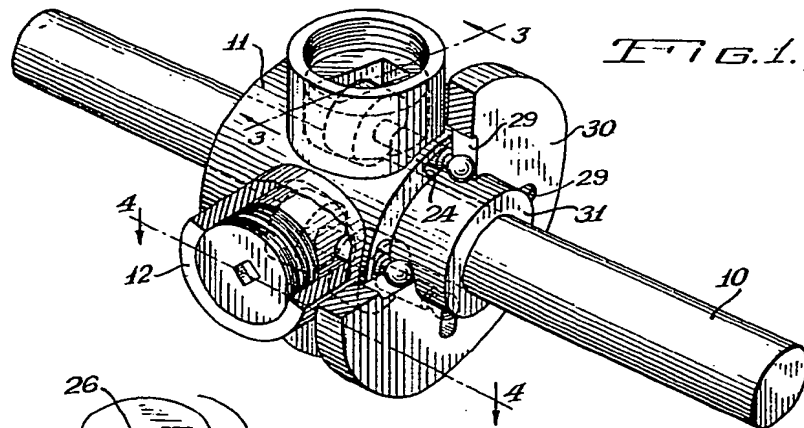
35

40



1562416

FL.I-5



1562416

FIG. 3.

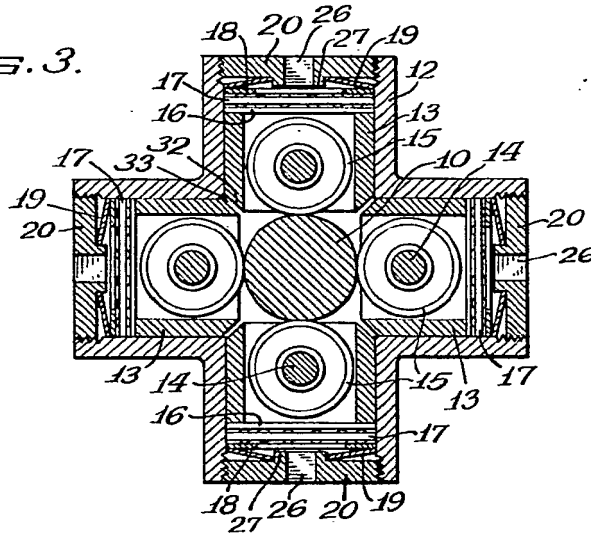


FIG. 4.

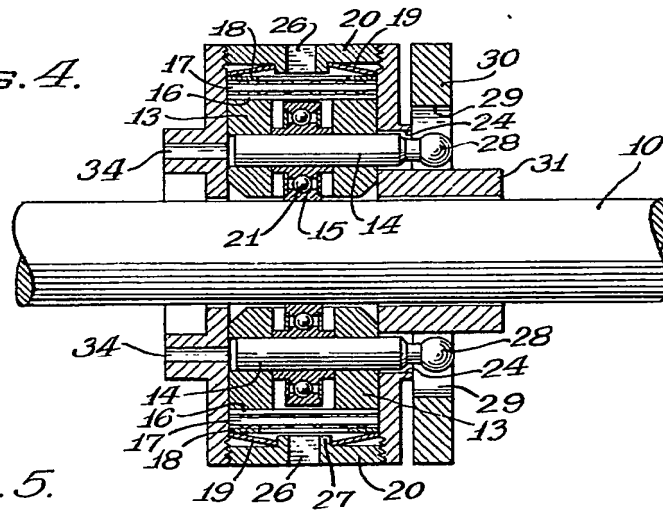


FIG. 5.



1562416

FIG. 6a.

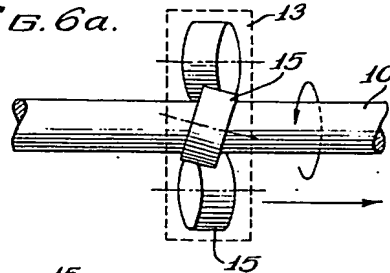


FIG. 6b.

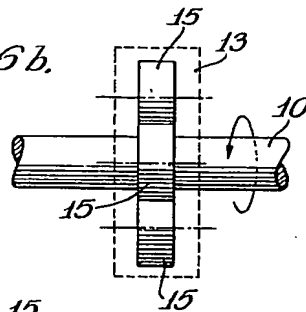


FIG. 6c.

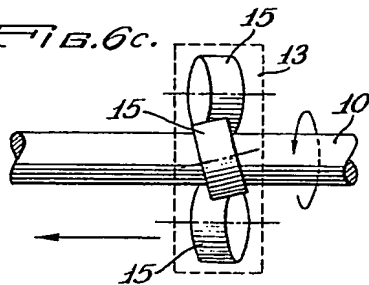
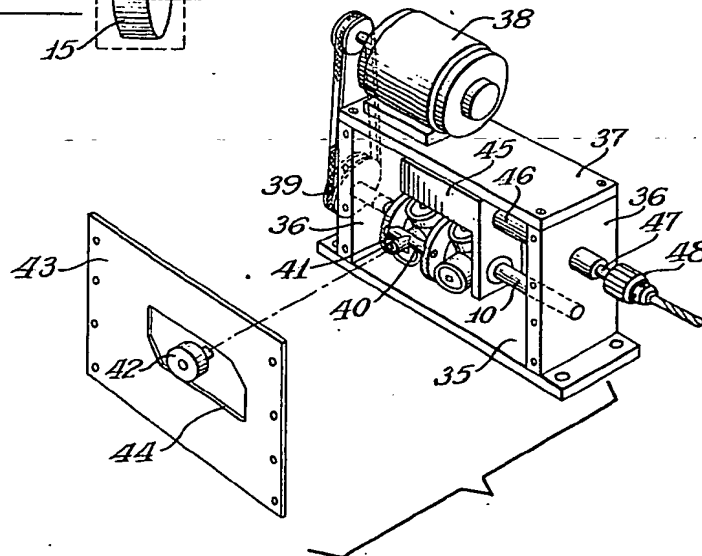


FIG. 7.



1562416

FIG. 8.

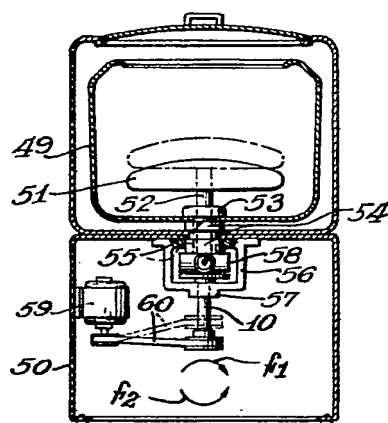


FIG. 9.

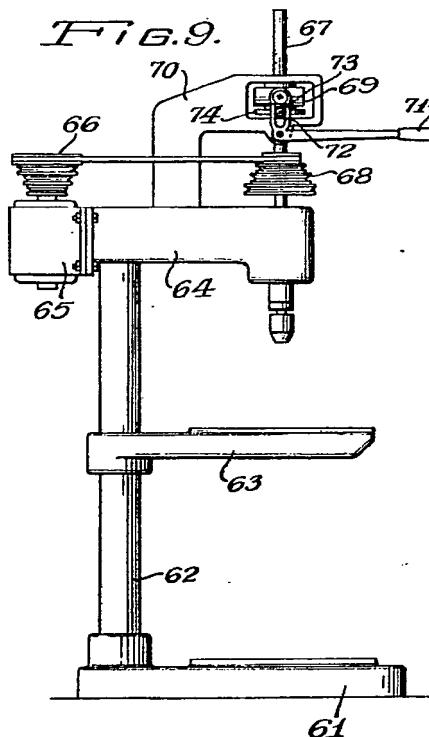
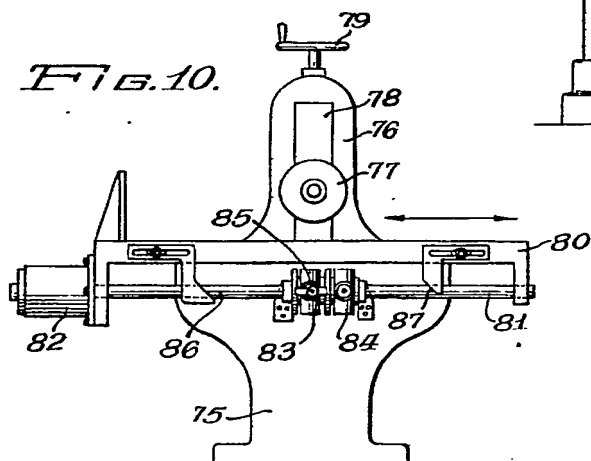


FIG. 10.



1562416

FIG. 11.

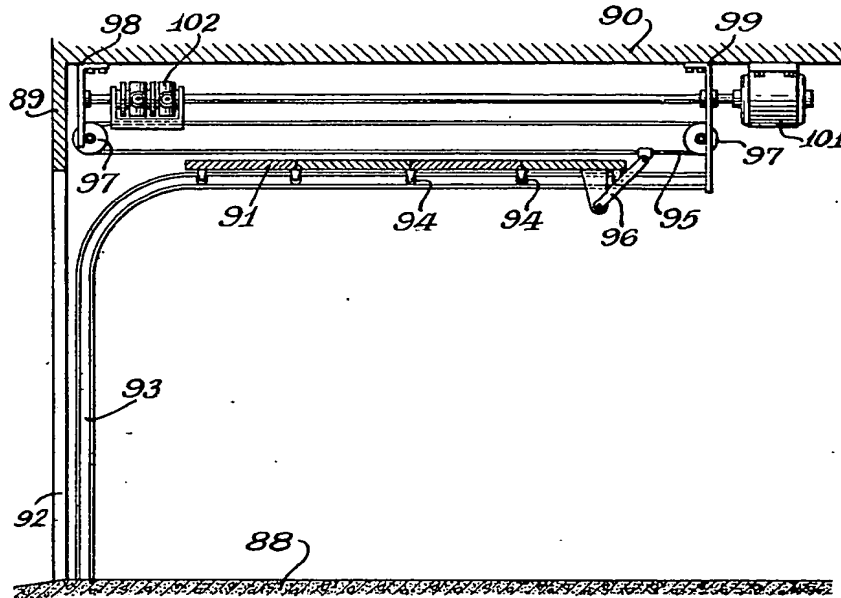
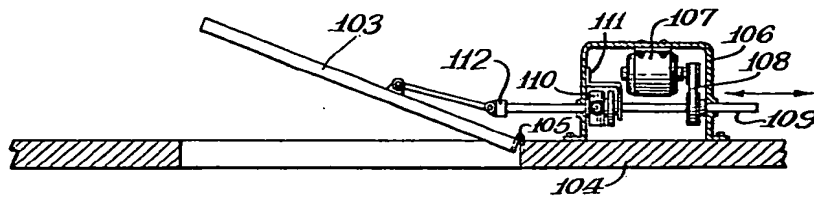


FIG. 12.



**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

⑥

FRENCH PATENT NO. 1,562,416

The present invention relates to an apparatus for transforming a coupling force into a linear force or a rotational movement into a linear movement having a component parallel to the axis about which the coupling force is applied.

Rotating apparatuses, such as electric motors, constitute the most widespread energy source which is used today. The force which can be derived from the shafts of these rotating apparatuses is a coupling force. In many cases, it may be desirable to transform such a coupling force into a linear force, and attempts have been made hitherto to produce numerous different apparatuses for such a transformation.

The use of a helical inclined plane, most often appearing in the form of a screw thread, is a basic type of machine for transforming a coupling force into a linear force. Attempts have been made to build on this old basic idea to provide a form of helical apparatus between a rotating control shaft and a linearly displaceable part to obtain the production of a movement or a force in the axial direction of the shaft. Such attempts form the subject-matter of United States of America Patent Nos. 2,152,518; 2,234,274; 2,619,346; 2,912,868; 2,940,322; 3,046,801; 3,081,639 and 3,178,949. Such prior attempts have had limited success, if in fact they have had any success, and recent discoveries have resorted to complex constructions without there being a corresponding increase in the anticipated advantages or utility. In a certain number of cases, in old technology, the aim is to achieve desirable results by making use of rollers of large diameter which enclose and surround a rotating shaft of smaller diameter at spaced-apart points in the axial direction of the shaft, or by making use of rollers of smaller diameter driving the internal wall of a hollow shaft along a portion of this shaft, which extends axially.

In consequence, one of the objects of the invention is to provide a new and improved apparatus for transforming a coupling force into a linear force and vice versa, this apparatus comprising multiple new means for the control, means which, because they can be easily obtained, provide great flexibility whilst permitting variable powers to be obtained from the apparatus.

The invention also seeks:

- to provide, in an improved apparatus for transforming a coupling force into a linear force and vice versa, a first control means for causing to vary, at will, simultaneously, simply and precisely, the pitch angle between the rollers and the shaft, and a second control means to control, individually and selectively, the bearing force between each roller and the shaft;

- to provide a bearing assembly with multiple axes, intended to be used in the adjustable apparatus for transforming force and movement which lends itself to use with the means for controlling the pitch and controlling the bearing force, according to the invention; and

- to provide an apparatus for transmitting the movement, which apparatus is capable of producing a large amount of linear propulsion with variable advancement, whilst economising on costs and on space, and which can be adapted easily to a tandem assembly (thereby multiplying the propulsion which can be provided) without complex controls.

Other features and advantages will be evident from the description hereinafter, given together with the accompanying drawings, and showing, by way of explanation but in no way limitingly, a plurality of embodiments according to the invention.

In these drawings:

Figure 1 is a perspective view, in partial section, of the movement transmitting apparatus according to the invention;



Figure 2 is an exploded perspective view which shows a sub-assembly of Figure 1;

Figure 3 is a cross-sectional view taken along the line 3-3 of Figure 1;

Figure 4 is a cross-sectional view taken along the line 4-4 of Figure 1;

Figure 5 is a cross-sectional view of another embodiment of the spindle illustrated in Figure 2;

Figures 6a, 6b and 6c illustrate the physical principles which control the movement of the apparatus according to the present invention;

Figure 7 is a partially exploded schematic view which shows the use of apparatuses according to the present invention, mounted in tandem, in a semi-automatic or automatic drilling machine;

Figure 8 is a schematic view which shows the use of the apparatus according to the invention in an automatic laundry washing machine;

Figure 9 is a schematic view which shows the application of the apparatus according to the invention to a semi-automatic drilling machine;

Figure 10 is a schematic view of a machine for sanding or milling a surface, using the present invention.

Figure 11 is a schematic view of a garage door-opening means, using the present invention; and

Figure 12 is a schematic view of a pivoting door-opening means using the present invention.

A central shaft or central tube 10, on which is mounted a chassis or casing 11, is illustrated in Figure 1. On the casing 11, there are four drilled shafts or portions 12 which form sleeves (only two of which have been illustrated) and are an integral part of the casing. The drilled shafts 12 are bores which extend radially from the shaft, the axes of these bores being perpendicular to the axis of the shaft. Within each of the drilled shafts 12, a bearing assembly is mounted which, in the present embodiment, is an assembly of ball-bearings. The elements of the ball-bearing assembly are illustrated more

clearly in Figure 2, which also shows additional illustrated elements, which are useful, when they are assembled, for controlling the pressure of the bearing on the shaft. In Figure 2, a ball-bearing casing or support 13, a spindle 14, a ball-bearing assembly 15, a bearing plate 16, a bearing 17, a bearing washer 18, a resilient washer 19 and a threaded stopper 20 are illustrated. The ball-bearing assembly 15 has a bearing element 21, which reduces the friction to mount the ball-bearing assembly on the spindle 14. The ball-bearing casing 13 has an opening 22 which is intended to accommodate the ball-bearing assembly, and holes 23 and 25 which are intended to accommodate the spindle 14.

When the ball-bearing assembly has to be placed in a drilled shaft or sleeve 12, a start is made by introducing the ball-bearing support 13 into the sleeve 12, then the ball-bearing assembly 15 is made to drop into the opening 22 of the casing, and finally a spindle 14 is introduced into an opening provided in the casing 11, then through the hole 23 and a bore provided in the roller element 21 and as far as the corresponding hole 25 in the opposite wall of the opening 22. The internal cylindrical surface of the sleeve 12 provides a bearing surface for the casing 13 of the ball-bearing, so that said casing can rotate in the sleeve. The seat of the spindle 14 within the casing 13 of the ball-bearing is illustrated more clearly in Figure 4, which will be described later. After the spindle 14 has been introduced, the bearing plate 16 is placed on the top of the ball-bearing casing 13, as well as the bearing 17, the bearing washer 18, the resilient washer 19 and the threaded stopper 20, which are mounted in the order illustrated in Figure 2. The threaded stopper is screwed into the sleeve 12. The stopper 20 has a slot 26 which is intended to accommodate an Allen-type key, by means of which the stopper 20 can be raised or lowered within the drilled shaft 12. The lower face of the stopper is made up of a boss 27, illustrated in Figures 3 and 4, which passes into the opening of the resilient washer in order to retain the latter in position when the stopper is raised or lowered. It can be appreciated that, if the vertical position of the stopper 20 is adjusted, a force is transmitted, through

the intermediary of the elements of the ball-bearing assembly, to the bearing 15. In this manner, the bearing pressure between the ball-bearing 15 and the central shaft 10 can be adjusted by adjusting the position of the stopper 20 in the drilled shaft 12. The casing 11 is not in direct contact with the central shaft 10, and it is in contact with the shaft only indirectly through the intermediary of the bearings 15.

As can be seen in Figure 2, the spindle 14 has a cylindrical assembly shape, and it has one end 26 which is spherical or ball-shaped, although the particular shape of this end does not form a characteristic factor. The length of the spindle 14 is sufficient for the spherical portion 28 of the spindle, when the spindle is introduced into the ball-bearing assembly, to pass through the slot 24 of the casing 11 and to rest in a slot 29 on a control plate 30, as is shown in Figure 1. The holes 23 and 25, provided in the ball-bearing casing, have dimensions which permit the spindle 14 to be tightly enclosed. When the ball-bearing assembly is mounted, this assembly is displaced with the spindle 14 as if it were integral therewith. The slot 24, as can be seen in Figure 1, has a shape which permits a lateral movement of the spherical portion 28 of the spindle 14. In consequence, the geometrical axis of the spindle 14 may be made parallel to the geometrical axis of the central shaft 10 or may be brought to form some angle with the latter. The positioning of the spindle 14 controls the extent and the direction of the linear movement of the shaft relative to the chassis or casing, as is indicated more clearly in Figures 6a, 6b and 6c.

In Figure 6b, the central shaft 10 is controlled by a motor or by another means (not illustrated) which imparts a rotational movement thereto. The ball-bearings 15 are illustrated in respective positions in which the geometrical axes of their spindles 14 are parallel to the geometrical axis of the shaft 10. In this arrangement, the external rings of the bearings 15 are in contact with the shaft 10 and rotate about this shaft without imparting axial movement to the chassis

or casing relative to the shaft 10. The system turns freely. In Figure 6a, each of the geometrical axes of the spindles 40\* of the bearings 15 forms a small angle with the geometrical axis of the shaft 10, so that the bearings describe a helical trajectory on the surface of the shaft 10 when said shaft is made to rotate. When said shaft is made to rotate in the direction indicated in Figure 6a, and when the chassis is retained without any rotational movement, this chassis, in contact through the intermediary of the bearing assemblies, is displaced on the shaft from left to right. In Figure 6c, the geometrical axes of the spindles 14 of the bearings 15 are inclined in opposite directions to those of their respective inclinations in Figure 6a. If the central shaft is made to rotate in the direction indicated in Figure 6c, the chassis being retained without any rotational movement, this chassis, being kept in contact with the shaft through the intermediary of the bearing assemblies, is displaced on the shaft from right to left.

It is possible to move on to numerous applications, either an internal operation or an external operation, of the apparatus according to the invention without any large modification of the hardware. For example, it is seen that the apparatus can be employed usefully:

a) by retaining the chassis without any axial movement and without any rotational movement, by imparting a desired pitch angle to the various bearings in pressure contact with the shaft and by causing the shaft to rotate, either in a clockwise direction or in the opposite direction, relative to the chassis, and this results in an axial movement of the shaft;

b) by retaining the shaft without any axial movement and without any rotational movement, by imparting a desired pitch angle to the various bearings in pressure contact with the shaft and by causing the chassis to rotate, either in a

\* Translator's note

Presumably the reference numeral "40" is a clerical error for "14" in the French text.

clockwise direction or in the opposite direction, relative to the shaft, and this results in an axial movement of the chassis;

c) by retaining the shaft without any axial movement, by imparting a desired pitch angle to the various bearings in pressure contact with the shaft and by axially displacing the chassis whilst said chassis is retained without any rotational movement, and this results in a rotational movement of the shaft; and

d) by retaining the chassis without any axial movement, by imparting a desired pitch angle to the various bearings in pressure contact with the shaft and by axially displacing the shaft whilst the latter is retained without any rotational movement, and this results in a rotational movement of the chassis.

In Figure 1, the casing 11 is illustrated as having a hub 31. A control plate 30, having slots 29, is provided in sliding contact on the hub 31. As has been indicated above, the spherical ends 28 of the spindles 14 rest in the slots 29. It is seen that the precise shape of the spherical portions 28 does not have any critical character and that the contact between the pivotal spindles 14 and the control plate 30 may be produced in various manners according to the principles of the present invention. The slots or mortises 29 are constructed to provide a relatively tight adjustment for the spherical portions 28, so that the spindles 14 are not capable of being displaced laterally when the control plate 30 is retained in a motionless manner. In consequence, it is clear that, if the control plate 30 is made to turn slightly in one direction or the other, starting from its neutral position, the geometrical axes of the spindles 14 find themselves displaced or directed towards a position which is not parallel to the axis of the shaft 10. In this manner, thanks to the use of ball-bearing assemblies which operate by pivoting within the sleeves 12 of the chassis 11, the movement of the control plate 30 controls the direction and the speed of the linear movement of the shaft 10 relative to the chassis 11 when a movement is imparted either to the chassis, or to the shaft, from an external source. Various means of positioning the control plate 16 are illustrated in Figures 7 et seq. It is

appropriate to point out that the slots 29 on the control plate 30 must be placed in a manner to synchronise the pivoting of the ball-bearing assemblies in such a manner that each bearing 15 co-operates with each other bearing to produce a linear propulsion of maximum value and to reduce to the minimum the vibration and the wear on the constituent parts.

A cross-sectional view of the apparatus in Figure 1, taken along the plane 3-3 of Figure 1, is illustrated in Figure 3. In this Figure, the central shaft 10 is illustrated as being surrounded by four ball-bearings 15, although it is clear that more or less than four bearings may be used. However, it has been found that the use of four ball-bearings renders the advantages of the invention optimum, and that an assembly in tandem of four ball-bearings is preferable to increasing the number of ball-bearings which manifestly reduces the zone of contact with the shaft which results from the use of ball-bearings of smaller diameter. The external rings of the ball-bearings are the only elements in direct contact with the shaft 10, and all of the remaining structure is supported on the shaft through the intermediary of the ball-bearings. In Figure 3, if one of the ball-bearings and the elements which are associated therewith are considered, it is ascertained that a cage 13 is placed in the sleeve 12 and mounted with tight adjustment, this adjustment not however being sufficient to prevent a sliding action between the sleeve 12 and the cage 13. The cage 13 is illustrated as having a chamfered base portion 32, as can also be seen in Figure 2, so that some play 33 is provided between neighbouring cages 13.

The play 33 separates the neighbouring ball-bearing casings, but the chamfered base portions 32 co-operate to prevent the ball-bearings 15 and their casings 13 from falling into the centre of the assembly casing 11 when the shaft is removed. The stopper 20 is screwed into the upper threaded portion of the sleeve 12, and it presses the assembly downwardly to force the ball-bearing to be in frictional contact with the shaft 10. Through the intermediary of the boss 27, the stopper 20 retains the resilient washer 19 in position, and it exerts a

force on said washer. In its turn, the resilient washer 19 acts on a washer 18 for distributing the force which rests on the bearing 17. The bearing 17 exerts its pressure on the bearing plate 16, which transmits the force to the upper portion of the ball-bearing casing 13. The external surface of the ball-bearing and the surface of the shaft or tube 10 have preferably been subjected to a thermal treatment, which is intended to provide wear surfaces formed from case-hardened steel in order for the wear and the deterioration of these surfaces to be reduced to the minimum and in order for their service-life, in consequence, to be increased. It has been found that it is possible to render optimum the characteristics of great safety of the apparatus by making use of various types of oils which possess unusual properties. The use of these oils manifestly produces an increase in friction at the points of high pressure. In consequence, at the points of contact between the bearings and the shaft, the friction is manifestly increased because of the use of a special oil.

Figure 4 illustrates another cross-sectional view of the apparatus of Figure 1, the cross-section being taken along the line 4-4. In this Figure 4, the spindle 14 is illustrated more clearly in position within the assembly. The spindle 14 is retained in place in a relatively tight manner by the bearing casing 13. To facilitate the removal of the spindle 14 during a dismantling process, a hole 34 has been provided in the ball-bearing casing 13 for the introduction of an instrument intended to drive the spindle, through impacts, through the slots 24 and 29. It is appropriate to point out that the two slots 24 and 29 have sufficient vertical play to permit the movement of the spindle 14 because of the action of the control plate 30 or of the resilient washer 19 on the spindle.

Figure 5 shows an upright section of a variant of spindle 14. The spindle illustrated in Figure 5 has a hollow central portion, and it has an open longitudinal slot on its surface, substantially along the whole of the length of the body of the spindle. This embodiment of the spindle 14 permits less precise

machining of the spindle, and nevertheless still permits the desired tight adjustment, which has been described above, to be obtained.

Figure 7 shows schematically one application of the apparatus according to the invention to an automatic drilling mechanism. In this Figure, a base 35 is illustrated, on which are mounted two substantially parallel lateral walls 36 which support an upper wall 37. A shaft 10 is mounted in the vertical walls 36 in a manner which permits it to rotate. A motor 38 and a pulley 39 are provided to make the shaft 10 rotate. Two assemblies of the apparatus illustrated in Figure 1 are mounted in tandem on the shaft 10. As appears clearly from the description which has been given, more than one assembly of the apparatus according to the invention may be used to produce the desired value of linear propulsion. When two or more assemblies are used, as Figure 7 shows, these assemblies must be synchronised in the sense that the control plate of each assembly must be rigidly secured to all of the other control plates so that these plates are displaced in unison and in the same manner. This result is obtained, in the case of the embodiment according to Figure 7, by means of a rigid bar 40, secured in a safe manner to the two control plates of the two assemblies. It may be necessary for there to be more than one such structural bar to retain the control plates in synchronism; that depends on the particular situation which prevails. A shaft 41, which serves as a spindle for a roller 42, is also provided, secured rigidly to the bar 40. A gauge 43 is mounted on the base 35, on the vertical walls 36 and on the upper wall 37. In Figure 7, the gauge 43 is illustrated remote from the base and the walls, so that the illustration is clearer. The roller 42 rolls on a cut-out portion 44 of the calibrated gauge 43. When the motor 38 and the pulley 39 cause the shaft 10 to rotate, and when the control plates of the two apparatuses are situated at the start in a non-neutral position, the bearings, within the apparatuses, are displaced on the shaft 10 along a helical trajectory either to the left or to the right; this depends on the initial positioning of the control plates, as has been explained above in relation to



Figures 6a, 6b and 6c. When a linear movement relative to the shaft 10 is thus produced, the roller 42 is displaced along the edges of the cut-out portion 44. It is appropriate to point out that the cut-out portion 44 determines a time-and-motion cam control for the roller 42. The variations of this type of cam control are well-known by those who are well-versed in the technology. The roller 42 may be retained firmly against the periphery of the cut-out portion 44 by means of well-known pneumatic, electro-mechanical or other apparatuses (not illustrated), which prevent the roller from seeking a neutral position during the operation. In consequence, the rotation of the two control plates results in the ball-bearings returning to a position conforming to the predetermined trajectory imposed by the shape of the cut-out portion 44 in the cam gauge 43. A casing 45 is mounted on the two assemblies of the apparatus according to the invention and forms an integral part thereof. To the casing 45 is secured a cylindrical sleeve or bearing element 46, intended to retain a shaft or a spindle 47 of a drill 48. As a result of the linear movement of the two assemblies of the movement transmitting apparatus according to the invention, the drill 48 is displaced in a parallel direction. The drill may be moved independently, in any conventional manner. For example, it may be actuated by compressed air or indeed controlled directly through the intermediary of a connection by trapezoidal belt to the motor 38. It is clear that the apparatus described and illustrated in Figure 7 may be used to effect automatically a drilling or another task on a large number of production articles in an assembly chain, in which one or more holes have to be drilled repeatedly in the product.

An automatic drilling mechanism, similar to that which is illustrated in Figure 7, has been manufactured and operated for more than a million drilling cycles at about 50 drilling cycles per minute. It has been found that the drilling mechanism operated in an entirely satisfactory manner and substantially in the manner previously described. Although use is made of two assemblies of the apparatus according to the invention in this drilling mechanism, it is quite

evident that the number of assemblies is dictated by the exigencies of space and of propulsion, and that it can easily be made to vary.

Figure 8 is a schematic view, in partial cross-section, of a washing machine. It is well-known that it is sometimes desirable for a falling action or a vertical to-and-fro movement to be produced within the washing drum. Such a vertical movement may be easily obtained by using a form of apparatus according to the present invention. In Figure 8, the reference numeral 49 designates a washing drum or a portion of a washing drum in which the dirty clothes are washed, and the reference numeral 50 designates the lower casing of the washing machine, in which casing the mechanisms necessary for its operation are placed. Within the washing drum 49, there is an agitator element 51 which is mounted on a shaft 52, extending upwardly, through the intermediary of a unidirectional coupling 54, which permits the shaft both to rotate and to have a vertical movement. The clutch system is of the type which prevents any rotational movement of a sleeve 55 in one direction but which permits its rotational movement in the opposite direction. The washing drum 49 is mounted on a flange 53 of the sleeve 55. The agitator shaft 52 is mounted so as to be able to slide and rotate through the sleeve 55. The unidirectional coupling 54 guides the shaft 10 in control contact with the sleeve 55 and consequently with the washing drum 59. A support bracket 56 is mounted on the internal face of the top of the casing 50 to support and to guide the shaft 10 by means of a bearing 57 secured to the lower surface of the bracket 56. An apparatus assembly 58 according to the invention, of the type illustrated in Figure 1, is mounted on the shaft 10, within the bracket 56. The rotation of the shaft 10 is produced by the motor 59, the movement of which is transmitted through the intermediary of the belt and the pulley 60. When the motor 59 rotates in one direction, the assembly 58 produces an agitation action through the intermediary of the shaft 10 which is in communication with the agitator shaft 52. The unidirectional coupling 54 prevents any rotational movement of

the shaft 10 or of the agitator 51 during the washing cycle (direction of the arrow  $f_1$ ). The assembly 58 is retained immobile within the bracket 56. The belt and the pulley 60 of the agitator element 51 are then displaced in the vertical direction, as the outline in broken lines in Figure 8 indicates, during the washing cycle. The reversal of the rotational direction of the motor 59 results in the assembly 58 taking up a neutral position and, in consequence, in the drying by spinning at great speed (in the direction of the arrow  $f_2$ ) being able to be carried out without any agitation action. The unidirectional coupling 54 produces an operational engagement between the shaft 10 and the sleeve 55 during the high-speed drying cycle. It is appropriate to point out that the vertical displacement of the shaft is only in the order of magnitude of a few centimetres, and that, in consequence, it is relatively small by comparison with the diameter of the washing machine, so that the transmission 60 by belt and pulley can resist the slight torsional action produced by the vertical movement during the washing cycle.

Figure 9 shows the use of an embodiment of the invention in a semi-automatic vertical drilling machine. The vertical drilling machine is illustrated as having a base 61, a vertical support column 62 directed upwardly from the base, and a platform or table 63 supporting the part and secured horizontally to the column 62 at a point situated above the base. A bracket 64 is mounted in the vicinity of the upper portion of the column 62 to support the elements of the control mechanism of the drilling machine. A motor 65 is secured to one end of the bracket 64 to set in motion the transmission 66 by pulleys and a belt, which makes the shaft 67 rotate through the intermediary of a pulley 68. The drilling tool is secured to the lower end of the shaft 67, and the vertical movement of the shaft is produced by an apparatus assembly 69 according to the invention, mounted on a support 70 secured to the bracket 64. A handle 71 is illustrated at the end of an arm which is connected to a U-shaped lever 72, intended to direct the guidance roller 73 laterally along a mortise 74. The guidance roller 73

corresponds to the roller 42 in Figure 7 from the point of view of its operation. In consequence, by means of the handle 71, the vertical drilling machine is manoeuvred in a semi-automatic manner.

In Figure 10, a sanding or milling machine is illustrated, which employs one embodiment of the present invention. The sander in Figure 10 is made up of a base 75 which supports a frame 76 on which is mounted a sanding element 77. This element may be raised or lowered, in an adjustable manner, along a mortise 78 by means of a rotating means 79 which is manoeuvred by hand. The rotation of the sanding element 77 is produced by a motor, not illustrated. On the base 75 is mounted, horizontally and in a slidable manner, a table 82 to which is secured, in a rotatable manner, a shaft 81. The shaft 81 is connected to a motor 82 which causes it to rotate. Two assemblies 83 and 84 of the apparatus according to the invention are rigidly secured to each other and to the base 75. The shaft 81 is introduced between the two assemblies 83 and 84, and it is in contact with these assemblies. When the motor 82 is switched-on to cause the shaft 81 to rotate, the shaft and the table 80 are displaced in a to-and-fro movement in the horizontal direction, whilst the two assemblies 83 and 84 are retained in a motionless manner relative to the base 75. The guidance roller 85 on the two assemblies of the apparatus according to the invention is controlled by cams 86 and 87, which are secured to the table 80 to reverse the ~~direction~~ direction of the displacement of the shaft and of the table. As has been indicated previously, the cam roller is firmly controlled in known manner by cam actuating apparatuses (pneumatic, electromagnetic or other apparatuses) to prevent the damping-down of the cam action towards a neutral position. In this manner, any part to be machined, clamped on the table 80, may be subjected to an assured repeated sanding action by the sanding element 77.

Figure 11 shows an apparatus for opening a garage door using an embodiment of the present invention. In Figure 11, a vehicle garage is illustrated, constructed on a base 88 and having vertical walls 89 (only one

portion of the front wall is illustrated) and a ceiling 90. A split door 91 is in the entrance 92, and it is mounted in the entrance 92 on bearing tracks 93 through the intermediary of brackets and rollers 94. The upper end of the door is secured to a continuous cable 95 through the intermediary of a bracket and a pivoting element 96, so that the door is displaced along the bearing tracks 93 when the cable is displaced in a horizontal direction. The cable 95 is supported on two pulleys 97, which are mounted on brackets 98 and 99. The two brackets are secured to the ceiling of the garage, and they support a rotating shaft 100. The shaft 100 is mounted, in a rotatable manner, on the brackets, and it is entrained by a motor 101. Two assemblies 102 of the apparatus according to the invention are mounted on the shaft 100 and attached in a fixed manner to a point of the cable 98. In consequence, when the shaft 100 is made to rotate, the apparatus 102 for transmitting the movement is displaced horizontally along the shaft and draws the cable in the same direction. In this manner, the split door 91 is displaced along the bearing tracks 93 in accordance with the movement of the apparatus 102.

Finally, Figure 12 shows an apparatus for opening a pivoting door, using an embodiment of the present invention. In Figure 12, a door 103 is mounted in a manner so as to be able to pivot relative to a wall 104 through the intermediary of hinges 105. A casing 106 is secured to the wall and contains a motor 107, a transmission 108 by pulleys and belts, a shaft 109 able to rotate, and a movement transmitting apparatus assembly according to the invention. The shaft 109 is mounted so as to be able to rotate and slide on the casing, but the assembly 110 is prevented from carrying out a linear movement by a bracket 111 which is secured to the casing. The shaft 109 is secured to the door by a bearing element 112, which permits the shaft both to rotate and to be laterally displaced. It can be appreciated that, thanks to this arrangement, the door 103 may be opened and closed by an electric eye and the electronic fitting associated with said eye and controlling the motor 107.

It goes without saying that the present invention has only been described above by way of example but in no way limitingly, and that all variants will be able to be applied to it without exceeding its scope.

## SUMMARY

A. Apparatus for transforming a coupling force into a linear force directed parallel to the axis of the coupling force, said apparatus characterised by the following points, separately or in combination.

1. It comprises a shaft, which is able to rotate and to which a coupling force is applied, a chassis surrounding the shaft, this chassis including a plurality of similar bearings, each of these bearings having its external ring in peripheral contact with the periphery of the shaft in order to be entrained in a rotational movement relative to the shaft about its own axis, but being displaceable in the axial direction of the shaft; pivots to cause each bearing to pivot about an axis which is perpendicular both to the axis of the bearing and to the axis of the shaft, so that a force component is transmitted from the shaft to the bearing, and this is apparent by the development of a force, parallel to the axis of the shaft, which tends to effect a relative movement between the shaft and the chassis in axial directions of the shaft and of the control means so that substantially identical pivotal movements of all of the bearings are effected selectively and simultaneously.

2. The pivoting means comprise a sleeve, the axis of which is perpendicular to the axis of the shaft, a bearing assembly housing a bearing which is mounted so as to be able to slide in the sleeve, and connection means connecting the bearing to the control means so that the pivotal position of the bearing assembly in the casing can be controlled by the control means.

3. The pivoting means for causing each bearing to pivot comprise a spindle, which is associated concentrically with the bearing and which protrudes axially relative to the shaft as far as a point where it is driven by the control means.

4. The chassis comprises a plurality of sleeves which are disposed radially relative to the shaft, each sleeve having an internal cylindrical wall, the longitudinal axis of which is perpendicular to the axis of the shaft; a bearing support being able to swivel in the cylindrical wall of the sleeve and having a bore, the axis of which is perpendicular to the axis of the sleeve, and a cavity, in the form of a mortise and intended to accommodate a bearing, being able to slide in this cavity; a spindle in the bore, on which spindle is mounted the bearing and which serves both to retain the bearing support at a spacing from the shaft when the bearing drives the shaft and to act as a lever to cause the bearing to pivot, selectively, about an axis perpendicular to the shaft.

5. The apparatus comprises a selectively variable force means, which is supported on the sleeve and which drives the bearing support.

6. The chassis comprises a plurality of displaceable portions, operationally associated with the bearings and having bearings disposed so as to come into contact with one another when the shaft is withdrawn from the chassis, in such a manner as to retain the bearings in their positions which permit the shaft to be made to enter again and to assemble it again in the chassis and between the bearings, and the bearings serving to space, from the shaft and from one another, the radially displaceable portions when the bearings are operationally in contact with the shaft.

7. The chassis is extended in the axial direction of the shaft to provide a first chassis end and a second chassis end, having respectively a first portion and a second portion intended to come into contact and to co-operate with a similar adjacent second chassis portion and first chassis portion, in such a manner as to provide a multiplication of the number of the chassis on a shaft to multiply the linear force being able to be derived from the coupling force; and means which interconnect the controls of each chassis so that these controls are displaced identically in unison.



8. Guidance means are provided which extend parallel to the shaft, which means are spaced from said shaft and co-operate with the chassis to prevent said chassis from rotating relative to the shaft but which allow the movement of the chassis in the axial direction of the shaft.

9. A second control means is provided, which drives the first control means to displace it selectively relative to the chassis, and positioning means, operationally associated with the second control means to effect a predetermined positioning of the first control means, this positioning depending on the position of the chassis in the axial direction of the shaft.

10. A control means is provided for a force which may be selectively varied, said control means being supported on the sleeve and driving the bearing assembly.

B. Drilling machine comprising a drilling spindle to which may be imparted a to-and-fro movement, by an apparatus according to A, in which the shaft is retained without axial movement, and a rotational movement is imparted to the shaft, the chassis being displaced axially relative to the shaft in accordance with a programmed cycle so that a drill, connected to the drilling spindle and to the chassis, can execute a drilling operation.

C. Washing machine with an agitator connected to a vertical shaft, this vertical shaft and this agitator having a vertical agitation action by means of a to-and-fro movement during the washing process and a spinning action during the drying cycle of the washing machine, comprising an apparatus according to A, in which the vertical shaft is operationally connected through the intermediary of a unidirectional coupling to the rotating shaft, an agitator being operationally connected to the vertical shaft, so that, when a rotational movement in a clockwise direction is imparted to the shaft, and so that the chassis is retained without any movement, the vertical shaft and the agitator are displaced vertically in a to-and-fro movement according to a fixed programme and so that, when a rotational movement in an anti-clockwise direction is

imparted to the shaft, and so that the chassis is retained without any movement, the vertical shaft and the agitator rotate at an increased speed without any agitation action.